

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-210049

(43)公開日 平成5年(1993)8月20日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 15/00		8106-2K		
3/12		8106-2K		
G 0 3 B 27/32	F	9017-2K		
27/34		9017-2K		
		7352-4M		
		H 0 1 L 21/30	3 1 1 L	

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-16457

(22)出願日 平成4年(1992)1月31日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 青 木 新 一 郎

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(72)発明者 中 西 淑 人

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

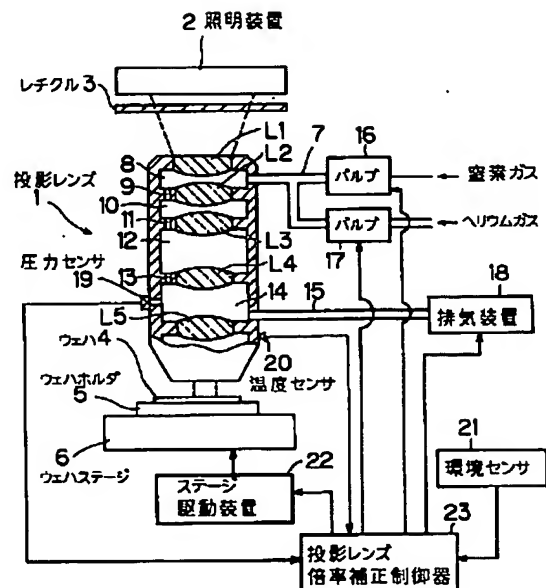
(74)代理人 弁理士 蔵合 正博

(54)【発明の名称】 投影レンズ倍率補正方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 レチクル上のパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光するための投影レンズの倍率を環境が変化しても一定に保つこと。

【構成】 投影レンズ1に対して2種類以上の屈折率の異なる例えば窒素ガスとヘリウムガスを投影レンズ1のレンズ間に供給して、圧力センサ19、温度センサ20および環境センサ21からの検出値を投影レンズ倍率補正制御器23に取り込み、計算した結果からバルブ16、17を制御して投影レンズ1内のガスの混合率および圧力を変えることにより、投影レンズ1の屈折率を変化させてその倍率を補正する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レチクル上のパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光するための投影レンズのレンズ間に屈折率の異なる2種類以上のガスを供給し、前記ガスの混合率を変えることにより投影レンズの屈折率を変化させてその倍率を補正する投影レンズ倍率補正方法。

【請求項2】 レチクル上のパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光するための投影レンズに対して、屈折率の異なる2種類以上のガスを投影レンズのレンズ間に供給するためのガス供給手段と、この混合ガスを投影レンズ外に排出するためのガス排出手段と、混合ガスを構成するそれぞれのガスの流量を制御してその混合率および圧力を可変するためのバルブとを備えた投影レンズ倍率補正装置。

【請求項3】 投影レンズ内のガス圧力を検出する圧力センサと、投影レンズ外の気圧を検出する環境センサと、これらのセンサからの検出値を基に投影レンズ内のガス混合率およびその圧力を制御する投影レンズ倍率補正制御器とを備えた請求項2記載の投影レンズ倍率補正装置。

【請求項4】 投影レンズ内の温度を検出する温度センサを備え、その検出値を投影レンズ倍率補正制御器における倍率補正の際の要素とする請求項3記載の投影レンズ倍率補正装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体集積回路等の製造に要する微細レジストパターンを形成するための投影露光装置の投影レンズ倍率補正方法およびその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、投影露光装置は、半導体集積回路の高集積化に伴い、ますます微細なパターンの作成が必要になってきている。特に、64Mビットメモリーやそれ以上の微細なパターンを形成する際には、露光を行なうための投影レンズの開口数が解像するパターンに関係するため、投影レンズの口径が次第に大きくなってきており、これに伴って焦点深度が浅くなり、レンズ内外の圧力変動や温度変化によって焦点面がずれてしまい、微細なパターンが作成できなくなってきた。これに対処するため、圧力や温度等の環境変化があっても投影レンズの倍率を一定に保つための投影レンズ倍率補正装置が、例えば特開昭60-79357号公報等に開示されている。

【0003】 図2はこのような従来の投影レンズ倍率補正装置の構成を示すものである。図2において、101は投影レンズ、102は照明装置、103はウェハステージである。104は空気供給源、105は空気ダストを集塵するフィルター、106は供給する空気の流量を可変するバルブ、107は投影レンズ101への空気

2

供給管、108、110、112、114は投影レンズの各レンズL1～L5間の間隙、109、111、113は各レンズL1～L5間の間隙をつなぐ通気孔、115は投影レンズ101内の空気を排出する空気排出管、116は排出する空気の流量を可変するバルブ、117は排気装置、118は投影レンズ101内の圧力を検出する圧力センサ、119は投影レンズ101内の温度を検出する温度センサ、120は投影露光装置内の気圧および温度を検出する環境センサ、121はウェハステージ103をX、Y、Z方向に駆動するステージ駆動装置、122はインタフェース、123はキーボード、124はタイマー回路、125は装置全体を制御するCPU、126は投影レンズ101と照明装置102との間に配置されたレチクル、127はウェハステージ103上に載置されたウェハである。

【0004】 以上のように構成された投影レンズ倍率補正装置について、以下その動作について説明する。まず、照明装置102によって照明されたレチクル126の原画パターンを、投影レンズ101により、ウェハステージ103上に載置されたウェハ127上に縮小して結像する。そして、ウェハステージ103をステージ駆動装置121によりX、Yの水平方向に2次元に走査することにより、レチクル126の原画パターンを多数露光する。

【0005】 投影レンズ101の焦点距離は、概略1μm以下のため、ウェハステージ103は、ステージ駆動装置121によりZの上下方向にも動作可能であり、ウェハ127に焦点が合うように制御される。一般的には、ウェハステージ103を上下方向に少しずつ変えて露光し、一番焦点が合ったところに固定して、以降続けて露光していく。

【0006】 ところが、実際に露光を続けていくと、徐々に作業環境が変化していく。すなわち、外部の気圧や温度によって空気の屈折率が変化し、投影レンズ101の倍率と焦点位置が微妙にずれてくる。実験的には倍率a、焦点距離sは、屈折率nと温度tの関数、

$$a = f(n, t) \quad s = g(n, t)$$

の関係式が成立つ。また空気の屈折率n (n=1.000292) は気圧pとの関係式、

$$n = q(p)$$

が成立つので、 $a = f(q(p), t)$ 、 $s = f(q(p), t)$ となる。

【0007】 ここで、圧力センサ118、温度センサ119および環境センサ120をCPU124に取込で、倍率aが変化しないようにバルブ106、116を制御して供給する空気の量をコントロールする。バルブ106を開けた場合、空気は空気供給管107を通して投影レンズ101のレンズ間の間隙108に流入する。そこから、通気孔109、間隙110、通気孔111、間隙112、通気孔113、間隙114と通過して空気

排出管115から排出される。空気排出管115の先にはバルブ116があり、排気装置117への排気量をコントロールする。これにより、投影レンズ101の内部は、指定する圧力に保つことができるため、倍率の移動を最小限に保つことが可能となる。また焦点移動については、あらかじめシュミレーションした結果をもとにウェハステージ103を制御する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来の構成では、投影レンズ101内の圧力を可変制御することによって、投影レンズ101の投影倍率を一定に保つ方式であるため、例えば外部の気圧が大きく低下した場合に投影レンズ101の圧力を高める制御を行なったとき、その圧力によってレンズL1～L5が微視的に撓む場合があり、その結果、ウェハ上に結像するはずの焦点位置にずれが生じたり、結像した像に歪が生じてしまうという問題があった。

【0009】本発明は、このような従来の問題を解決するものであり、焦点の位置ずれや結像の歪なしに、投影レンズの像倍率を一定に保つことができる投影レンズ倍率補正方法およびその装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による投影レンズ倍率補正方法は、レチクル上のパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光するための投影レンズのレンズ間に屈折率の異なる2種類以上のガスを供給し、その混合率を変えることにより投影レンズの屈折率を変化させてその倍率を補正するようにしたものである。

【0011】また、本発明による投影レンズ倍率補正装置は、レチクル上のパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光するための投影レンズに対して、屈折率の異なる2種類以上のガスを投影レンズのレンズ間に供給するためのガス供給手段と、この混合ガスを投影レンズ外に排出するためのガス排出手段と、混合ガスを構成するそれぞれのガスの流量を制御してその混合率および圧力を可変するバルブとを備えたものである。

【0012】本発明はまた、投影レンズ内のガス圧力を検出する圧力センサと、投影レンズ外の気圧を検出する環境センサと、これらのセンサからの検出値を基に投影レンズ内のガスの混合率およびその圧力を制御する投影レンズ倍率補正制御器とを備えたものである。

【0013】

【作用】本発明は、上記構成により、圧力センサおよび環境センサからの検出値を投影レンズ倍率補正制御器に取り込んで計算し、その結果に基づいてバルブを制御し、投影レンズ内のガスの混合率を変えることにより、投影レンズの屈折率を指定の値に制御するようにしたのであり、これにより、環境の変化があった場合にも倍

率の移動を最小限に保つことができ、従来のような投影レンズ内外に圧力差が生じることがないので、レンズに撓みを生じさせることもなく、歪のない正確な像を結像させることができる。

【0014】

【実施例】

(実施例1) 以下、本発明の一実施例について、図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施例における投影レンズ倍率補正装置の構成図である。図1において、1は投影レンズ、2は照明装置、3はレチクル、4はウェハ、5はウェハホルダ、6はウェハステージである。7は図示されないガス供給装置とともにガス供給手段を構成する投影レンズ1へのガス供給管、8、10、12、14は投影レンズの各レンズL1～L5間の間隙、9、11、13は各レンズL1～L5間の間隙をつなぐ通気孔、15は投影レンズ1内のガスを排出するガス排出管、16は第1のガスである窒素ガス（屈折率 $n$ は1.000297）の流量を可変するバルブ、17は第2のガスであるヘリウムガス（屈折率 $n_h$ は1.000035）の流量を可変するバルブ、18はガス排出管15とともにガス排出手段を構成する排気装置、19は投影レンズ1内の圧力を検出する圧力センサ、20は投影レンズ1内の温度を検出する温度センサ、21はこの装置内の気圧および温度を検出する環境センサ、22はウェハステージ6をX、Y、Z方向に駆動するステージ駆動装置、23はこの装置全体を制御する投影レンズ倍率補正制御器である。

【0015】以上のように構成された投影レンズ倍率補正装置について、以下その動作について説明する。まず、照明装置1によって照明されたレチクル3の原面パターンは、投影レンズ1により、ウェハホルダ5に載置されたウェハ4上に縮小して結像される。そして、ウェハステージ6をステージ駆動装置22によりX、Yの水平方向に2次元に走査することにより、レチクル3の原面パターンを多数露光する。また、投影レンズ1の焦点合わせは、ウェハステージ6をステージ駆動装置22によりZの上下方向に移動させ、ウェハ4に焦点が合うように制御する。

【0016】窒素ガスとヘリウムガスは、それぞれ投影レンズ倍率補正制御器23によりコントロールされた流量バルブ16、17を通過してガス供給管7から投影レンズ1内に供給され、レンズL1とL2との間の間隙8に流入する。そこから、通気孔9、間隙10、通気孔11、間隙12、通気孔13、間隙14と通過してガス排出管15を通過して排気装置18により排出される。

【0017】投影レンズ1の屈折率 $n_a$ は、バルブ16、17によって、窒素ガスとヘリウムガスの混合率を任意に変えることによって調整することができる。すなわち、実験的には投影レンズ1の倍率 $a_a$ および焦点距離 $s_a$ は、屈折率 $n_a$ と温度 $t$ の関数、

5

$$a a = f(n, v(n n, n h), t)$$

$$s a = g(n, v(n n, n h), t)$$

の関係式が成り立つ。ここで $n$ は空気の屈折率、 $v(n n, n h)$ は窒素ガスとヘリウムガスの混合率の合成屈折率(合成屈折率は1.000035から1.000297まで可変可能)の関数である。空気の屈折率 $n$ は、レチクル3と投影レンズ1の間と、ウェハ4と投影レンズ1の間にある空気に関するものである。また空気の屈折率 $n$ ( $n=1.000292$ )は気圧 $p$ との関係式、 $n=q(p)$

が成り立つので、 $a=f(q(p), t)$   $s=f(q(p), t)$ となる。

【0018】したがって、圧力センサ19、温度センサ20および環境センサ21からの検出値を投影レンズ倍率補正制御器21に取り込み、上記式で計算した結果に基づいてバルブ16、17を制御し、投影レンズ1内のガスの混合率およびその圧力を変えることにより、投影レンズ1の屈折率を指定の値に制御する。これにより、環境の変化があった場合にも、倍率の移動を最小限に保つことができる。また焦点移動については、あらかじめシュミレーションした結果をもとにステージ駆動装置22によりウェハステージ6を制御する。この結果、投影レンズ1内の圧力は外部の圧力に近い圧力に保つことができるため、従来のように投影レンズ1内の圧力が外気圧に対して変動することがなく、その圧力差によって投影レンズ1内のレンズが歪んでしまうこともなく、投影レンズ1の倍率を一定に保つことができる。

【0019】なお、上記実施例において、投影レンズ1内の温度が常に一定に保たれるように投影露光装置自体が制御されている場合には、本装置に温度センサ20を設けることは必ずしも必要なことではない。

【0020】

【発明の効果】以上のように、本発明による投影レンズ倍率補正方法によれば、レチクル上のパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光するための投影レンズのレンズ間に屈折率の異なる2種類以上のガスを供給し、その混合率を変えることにより投影レンズの屈折率を変化させてその倍率を補正するようにしたので、従来のような投影レンズ内外の圧力差によって投影レンズ内のレンズが撓んだりすることがなく、歪のない正確な像

6

を結像させることができる。

【0021】また本発明による投影レンズ倍率補正装置によれば、レチクル上のパターンを投影光学系を介してウェハ上に投影露光するための投影レンズに対して、屈折率の異なる2種類以上のガスを投影レンズのレンズ間に供給して、圧力センサおよび環境センサからの検出値を投影レンズ倍率補正制御器に取り込み、計算した結果からバルブを制御して投影レンズ内のガスの混合率および圧力を変えるようにしたので、投影レンズの屈折率を指定の値に制御することができ、環境の変化があった場合にも投影レンズの倍率の移動を最小限に保つことができる。この結果、投影レンズ内の圧力は外部の圧力に近い圧力に保つことができるため、従来のような投影レンズ内の圧力が外部に対して変動することがなく、したがってその圧力差によって投影レンズ内のレンズが撓んでしまうこともなく、歪のない正確な像を結像させることができる。

【図面の簡単な説明】

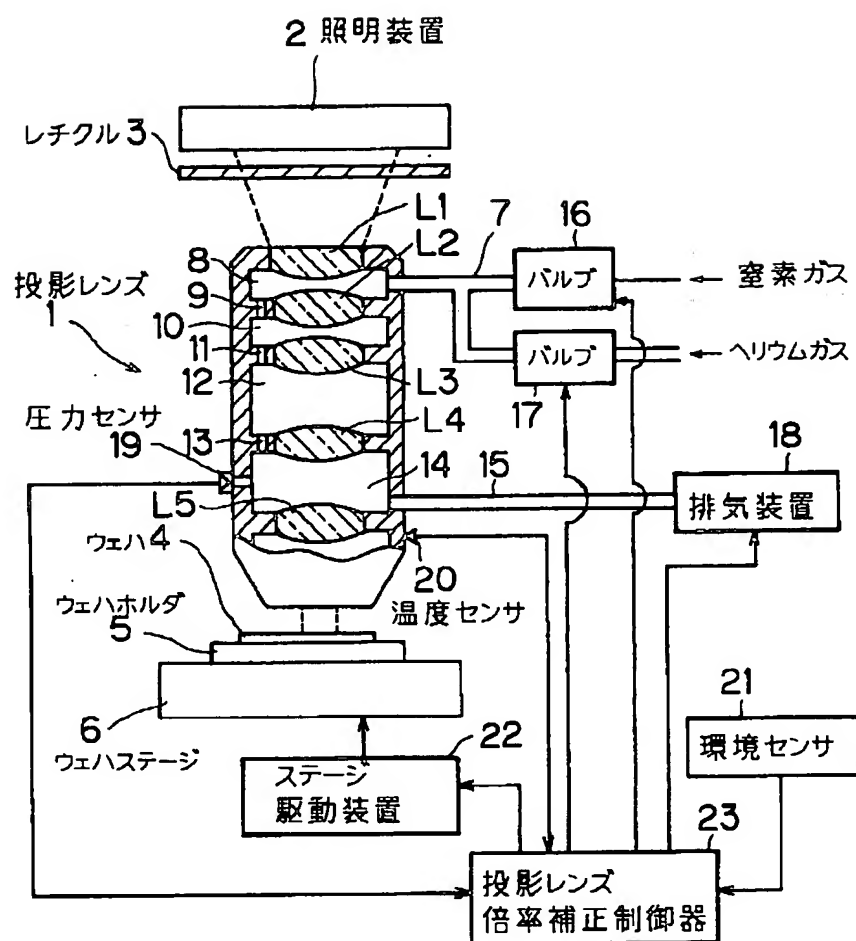
【図1】本発明の一実施例における投影レンズ倍率補正装置の概略構成図

【図2】従来の投影レンズ倍率補正装置の概略構成図

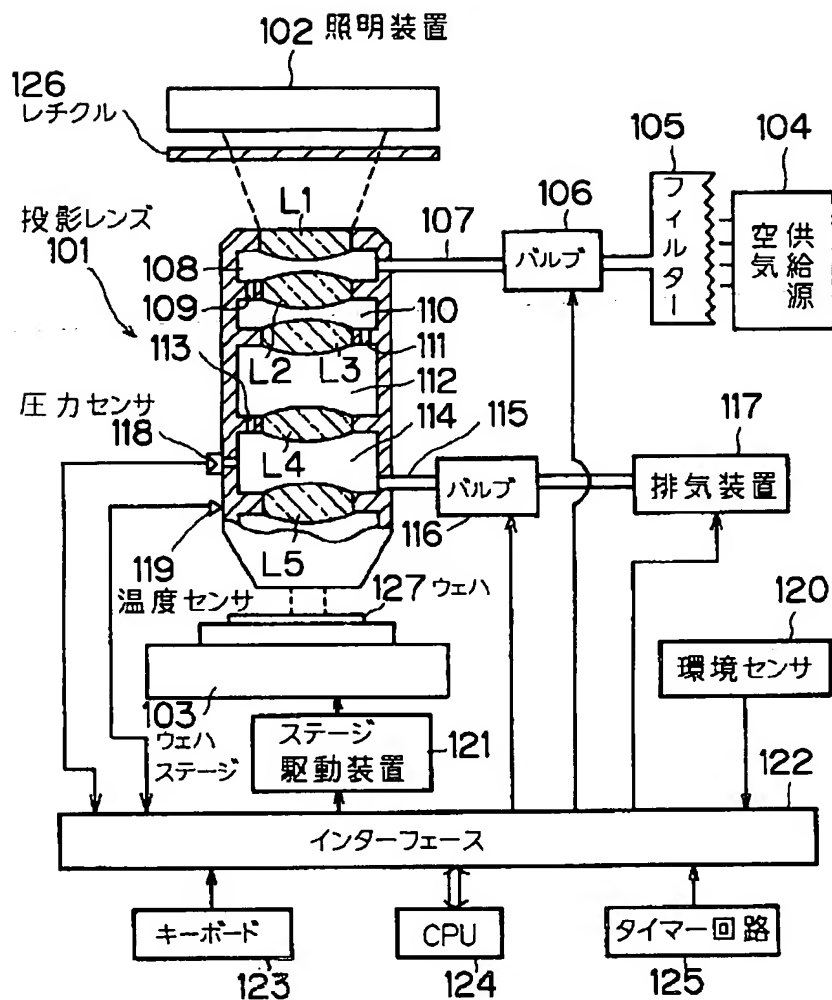
【符号の説明】

- 1 投影レンズ
- 2 照明装置
- 3 レチクル
- 4 ウェハ
- 5 ウェハホルダ
- 6 ウェハステージ
- 7 ガス供給管
- 8, 10, 12, 14 間隙
- 9, 11, 13 通気孔
- 15 ガス排出管
- 16, 17 バルブ
- 18 排出装置
- 19 圧力センサ
- 20 温度センサ
- 21 環境センサ
- 22 ステージ駆動装置
- 23 投影レンズ倍率補正制御器
- 40 L1~L5 レンズ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

G 0 3 F 7/20

H 0 1 L 21/027

識別記号

5 2 1

庁内整理番号

7818-2H

F I

技術表示箇所